

Anmelder: Wiessner GmbH, Dr.-Hans-Frisch-Straße 4,
95448 Bayreuth

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Reinigen wenigstens einer
Prozesskammer zum Beschichten wenigstens eines Sub-
strats

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Reinigen we-
nigstens einer Prozesskammer zum Beschichten wenigstens eines Substrats,
5 insbesondere aus Glas.

Durch Aufbringen von Funktionsschichten auf eine Glasoberfläche können
dem Glas verschiedene Eigenschaften verliehen werden. So lassen sich aus
Hohlgläsern oder aus Flachgläsern, durch Aufbringen von Schichten, insbeson-
10 dere metallische, Polymer- oder Hartstoffschichten, Gläser für optische An-
wendungen, Spiegelgläser oder Wärme- und Sonnenschutzgläser erzeugen, bei-
spielsweise für Fensterscheiben, als Fassadenverkleidung oder für Displays.

Das Aufbringen einer Schicht kann auf unterschiedliche Weise aus einer Lösung
15 oder aus der Gasphase erfolgen. Durch die Abscheidung von Beschichtungsmaterialien aus der Gasphase lassen sich insbesondere sehr gleichmäßige und, falls
dies gewünscht ist, auch sehr dünne Schichten auf dem Glas erzeugen. Beson-
ders vorteilhaft lassen sich auf diese Weise auch mehrlagige Schichten aus un-
terschiedliche Materialien erhalten. Zu den Abscheidungsverfahren aus der
20 Gasphase zählen physikalische Abscheidungsverfahren (PVD = Physical Va-
pour Deposition) wie das Bedampfen oder die Kathodenzerstäubung (Sputtern)
und chemische Abscheidungsverfahren (CVD = Chemical Vapour Deposition).

Beim Bedampfen, insbesondere Hochvakuumverdampfen, werden genau be-
25 rechnete Mengen des jeweiligen verdampfbar Beschichtungsmaterials, insbe-
sondere Metalls, in einer Prozesskammer bei Drücken zwischen 10^{-8} und 10^{-9}
bar vollständig verdampft. Dazu wird das Beschichtungsmaterial in einem Tie-
gel im Hochvakuum erhitzt, beispielsweise durch resistive oder induktive Er-
wärmung. Das dampfförmige Beschichtungsmaterial schlägt sich dann sehr

gleichmäßig auf dem vergleichsweise kalten Substrat, dem Glas, nieder.

Durch Kathodenzerstäubung bzw. Sputtern lassen sich beispielsweise Metallschichten oder Metalloxidschichten auf das Substrat aufbringen. Dazu wird in
5 einem geschlossenen System das Beschichtungsmaterial, insbesondere Metall, in Form einer Platte (Target) als Kathode geschaltet. Ihr gegenüber wird das Substrat, insbesondere Glas, und eine positiv geladene Anode angebracht. Als Restgas befindet sich in einer auf einen Druck von 10^{-4} bis 10^{-6} bar evakuierten Prozesskammer vorzugsweise ein Edelgas, zum Beispiel Argon (für ein reaktives
10 Sputtern kann auch ein Reaktionsgas eingeführt sein). Zwischen Anode und Kathode wird eine Spannung angelegt. Elektronen werden zur Anode hin beschleunigt und ionisieren dabei durch Stoss dazwischen befindliche Argonatome. Die positiv geladenen Argonatome werden im elektrischen Feld zur Kathode hin beschleunigt. Durch den mechanischen Impulsübertrag der Ionen auf
15 das Target kommt es zum Abstäuben der Targetatome, die sich auf dem gegenüberliegenden Substrat, beispielsweise eine Glasscheibe, niederschlagen und einen Film bilden. Bei diesem Vorgang werden neben neutralen Atomen des Targets auch Elektronen freigesetzt. So entsteht zwischen den beiden Elektroden ein stationäres Plasma. Am gebräuchlichsten sind das DC-Sputtern, das
20 HF-Sputtern, das Magnetron-Sputtern, das Gasfluss-Sputtern, das reaktive Sputtern und das Bias-unterstützte Sputtern.

Bei der chemischen Gasphasenabscheidung (CVD) erfolgt normalerweise zunächst eine Reaktion zwischen zwei Edukten im Gasraum, wobei sich das Reaktionsprodukt anschließend auf dem Substrat niederschlägt. Beim CVD-
25 Verfahren wird die Prozesskammer vorzugsweise vor dem Einbringen der gasförmigen Edukte evakuiert, um störende Fremdstoffe zu entfernen, das Verfahren selbst kann bei Normaldruck oder bei gegenüber dem Umgebungsdruck reduziertem Druck (10^{-5} bis 10^{-2} bar) stattfinden.

30 Den Abscheidungsverfahren aus der Gasphase ist gemeinsam, dass sehr niedrige Drücke (Vakuum) erzeugt werden. Dadurch wird unter anderem ein störender Einfluss unerwünschter Stoffe in der Gasphase während eines Beschichtungsvorgangs vermindert. Ein Arbeitsvorgang bzw. Beschichtungsvorgang umfasst zumindest das Einstellen der gewünschten Prozessparameter, worunter
35 auch das Evakuieren der Prozesskammer bzw. Beschichtungskammer fallen

kann, sowie das Einbringen wenigstens eines zu beschichtenden Substrats in die Beschichtungskammer, den Beschichtungsprozess aus der Gasphase, der vorzugsweise bei Unterdruck bzw. Teilvakuum stattfindet, sowie das Entfernen des Substrats aus der Beschichtungskammer. Das Beschichtungsverfahren kann zudem kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen. Vor dem Beschichtungsvorgang bzw. vor dem Beschichtungsprozess wird die Beschichtungsanlage evakuiert, um störende Verbindungen wie Wasser, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff oder weitere, beispielsweise in einem vorangehenden Prozess verwendete Verbindungen oder Gase aus der Prozesskammer zu entfernen.

Zwischen den einzelnen Chargen einer diskontinuierliche Beschichtungsanlage oder bei Substrat oder Produktwechsel in einer kontinuierlich Beschichtungsanlage sowie für Reinigungs- oder Wartungsarbeiten, kann es vorteilhaft sein, die Beschichtungsanlage zu öffnen. Dabei kann zumindest Umgebungsluft in die Prozesskammer gelangen, durch die wiederum störende Gase, Wasserdampf, Wasser oder weitere Verbindungen in die Prozesskammer eingebracht werden. Anschließend sind erneut die jeweiligen Prozessbedingungen einzustellen. Hierbei wird die Prozesskammer zunächst über eine vorgegebene Zeitdauer, beispielsweise über eine Absaugpumpe, entleert bzw. evakuiert, um die störenden Fremdstoffe zu entfernen.

In der Praxis wurde jedoch beobachtet, dass bei der Evakuierung der Prozesskammer meist nicht alle Fremdstoffe entfernt werden. So können beispielweise bei der Evakuierung der Prozesskammer an oder in Innenwänden oder Einbauten der Prozesskammer adsorbierte oder kondensierte Stoffe oder gefangene Gase, insbesondere Wasser oder Wasserdampf aber auch verschiedene andere Stoffe oder Gase, in die Gasphase der Prozesskammer überführt werden, die sich von der Absaugpumpe innerhalb der vorgegebenen Abpumpzeit meist nicht vollständig entfernt lassen. Diese Stoffe können dann die Prozesskammer oder das in diese eingeführte Substrat verunreinigen und somit den anschließenden Beschichtungsprozess negativ beeinflussen. Dadurch wird die Qualität zumindest der ersten beschichteten Substrate verschlechtert. Diese nicht optimal beschichteten Substrate werden in der Praxis als Ausschuss entsorgt.

Darüber hinaus können sich während des Beschichtungsprozesses auch an den Innenwänden und Einbauten der Prozesskammer feste Bestandteile des Be-

schichtungsmaterials absetzen, die, wenn sie auf das Substrat fallen, ebenfalls für eine gewisse Menge an Ausschuss sorgen.

5 Eine Aufgabe der Erfindung ist es nun, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reinigung wenigstens einer Prozesskammer zum Beschichten eines Substrats bereitzustellen, durch die die vorgenannten Nachteile beim Stand der Technik wenigstens teilweise überwunden oder zumindest vermindert werden.

10 Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich der Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 21 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den von Anspruch 1 bzw. Anspruch 21 jeweils abhängigen Ansprüchen.

15 Bei dem Verfahren gemäß Anspruch 1 zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, wird die wenigstens eine Prozesskammer vor einem Beschichtungsvorgang mit einem konditionierten Spülgas gespült.

20 Die Vorrichtung gemäß Anspruch 21 ist zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, und insbesondere zur Verwendung in dem Verfahren nach Anspruch 1 oder einem oder mehreren der von Anspruch 1 abhängigen Ansprüche geeignet und bestimmt und umfasst wenigstens eine Spüleinrichtung zur Einleitung eines konditionierten Spülgases in die wenigstens eine Prozesskammer und/oder zur
25 Durchleitung eines konditionierten Spülgases durch die wenigstens eine Prozesskammer vor einem Beschichtungsvorgang.

30 Das Substrat ist vorzugsweise ein Gegenstand aus Glas, insbesondere aus einem Flachglas oder einem Hohlglas. Durch das Aufbringen von Schichten, insbesondere metallischen Schichten, Polymerschichten oder Hartstoffschichten in einem Beschichtungsvorgang wird dem Glas in der Regel eine bestimmte Eigenschaft oder Funktion verliehen. Der Beschichtungsvorgang umfasst das Einstellen der Prozessparameter, beispielsweise Druck und Temperatur, das Einbringen des Substrats in die Prozesskammer und das Beschichten des Substrats,
35 sowie das Entfernen des beschichteten Substrats aus der Prozesskammer. Der

Beschichtungsvorgang findet vorzugsweise bei sehr niedrigen Drücken statt, kann aber auch bei beliebigen anderen Drücken, beispielsweise Umgebungsdruck bzw. Normaldruck, durchgeführt werden. Für die Beschichtung der Substrate werden bevorzugt chemische und physikalische Verfahren zur Abscheidung aus der Gasphase verwendet wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind, zum Beispiel CVD-Verfahren oder PVD-Verfahren wie Bedampfen oder Kathodenzerstäuben (Sputtern).

Die Beschichtung kann in nur einer Prozesskammer erfolgen, es ist aber auch möglich, dass das Substrat mehrere Prozesskammern passiert, wobei jeweils das gleiche Beschichtungsmaterial oder unterschiedliche Beschichtungsmaterialien auf das Substrat aufgebracht werden. Findet die Beschichtung bei sehr niedrigem Druck (Vakuum) statt, so befinden sich am Eingang und Ausgang der Prozesskammern jeweils Druckschleusen, so dass die Prozessbedingungen in den Prozesskammern beim Ein- und Ausbringen eines Substrats unverändert bleiben.

Das Spülen der Prozesskammer mit konditioniertem Spülgas findet vor dem Beschichtungsvorgang, also vor dem Einstellen der Prozessparameter und vor dem Einbringen des Substrats statt. Das bedeutet die Prozesskammer wird vorzugsweise bei Umgebungsdruck bzw. Normaldruck gespült, um Verunreinigungen wie Wasser, Wasserdampf oder andere Flüssigkeiten und Gase auszutragen, so dass diese bei einer Evakuierung nicht in die Prozesskammer desorbieren, verdampfen oder austreten können. Das Spülgas kann dazu hinsichtlich der Feuchtigkeit und/oder der Temperatur und/oder des Druckes und/oder der Gaszusammensetzung als Konditioniergröße(n) konditioniert sein und sollte vorzugsweise frei von anderen Verunreinigungen sein. Ferner kann das Spülgas einem der Beschichtung vorhergehenden Prozess oder einer separaten Quelle entstammen. Nachdem das Spülgas die Prozesskammer(n) passiert hat, kann es entweder wieder aufbereitet oder entsorgt werden.

Ein der Erfindung zugrundeliegender Gedanke ist also, durch Spülen der Prozesskammer vor dem Start eines Beschichtungsvorgangs bereits möglichst viele Verunreinigungen bzw. Fremdstoffe aus der Prozesskammer zu entfernen, um so einen optimalen Beschichtungsprozess mit verminderter, vorzugsweise überhaupt keiner Ausschussproduktion zu ermöglichen. In den Beschichtungspro-

- zess selbst kann in der Regel nicht eingegriffen werden, um solch eine Beeinträchtigung des Beschichtungsprozesses durch Fremdstoffe zu vermindern, da für das gewünschte Beschichtungsergebnis bzw. die gewünschten Schicht vorgegebene Prozessparameter einzuhalten sind. Durch das Spülen der Prozess-
- 5 kammer vor dem Beschichtungsvorgang kann daher erreicht werden, dass an oder in Innenwänden oder Einbauten der Prozesskammer adsorbierte, kondensierte oder gefangene Verunreinigungen bzw. Fremdstoffe, die, wenn der Beschichtungsprozess bei sehr niedrigen Drücken stattfindet, durch den Unterdruck in die Gasphase übertreten und sich auf dem Substrat ablagern oder den
- 10 Beschichtungsprozess auf andere Weise beeinflussen können, bereits vor dem Beschichtungsvorgang mit dem konditionierten Spülgas aus der Anlage geführt werden. Dazu ist beispielsweise ein Konzentrationsgefälle zwischen den Fremdstoffen in der Prozesskammer und im Spülgas vorhanden, so dass die Fremdstoff in das Spülgas mit niedrigerer Konzentration übertreten. Unterstützt werden kann der Reinigungsvorgang bzw. Spülvorgang zum Beispiel auch durch
- 15 eine Temperaturerhöhung in der Prozesskammer, wodurch zum einen die Aufnahmekapazität des Spülgases erhöht werden kann und zum anderen der Übertritt der Fremdstoffe in die Gasphase erleichtert werden kann.
- 20 Mit dem Spülgasstrom lassen sich zudem auch feste Teilchen, zum Beispiel lose auf den Innenwänden oder Einbauten der Prozesskammer abgelagerte Teilchen des Beschichtungsmaterials, wenigstens teilweise ausgetragen, abhängig von den jeweiligen Strömungsbedingungen und der Teilchengröße.
- 25 Ein weiterer Vorteil des Verfahrens und der Vorrichtung gemäß der Erfindung ist, dass der Reinigungsvorgang, also das Spülen der Prozesskammer mit Spülgas, ohne Eingriff in den Beschichtungsprozess bzw. in die Beschichtungsanlage und deren Steuerung möglich ist, da der Reinigungsvorgang bzw. Spülvorgang unabhängig vom Beschichtungsverfahren vor dem Start des Beschichtungs-
- 30 tungsvorganges erfolgt und die Einrichtungen und Mittel zur Zuführung des Spülgases in die wenigstens eine Prozesskammer der Beschichtungsanlage und/oder zur Durchleitung des Spülgases durch die wenigstens eine Prozesskammer nicht in die Beschichtungsanlage integriert werden müssen. Für die Zuführung bzw. Zuleitung des Spülgases können je nach Anforderung vorhandene Öffnungen und Schleusen verwendet werden. Die Mittel zur Zu- und Ab-
- 35 führung und zur Konditionierung des Spülgases sind von der Beschichtungsan-

lage unabhängig und auch unabhängig steuer- und regelbar. Die Vorrichtung gemäß der Erfindung lässt sich daher an bestehenden Beschichtungsanlagen einfach nachrüsten.

- 5 Mit Hilfe des Verfahrens und der Vorrichtung gemäß der Erfindung lässt sich bei der Beschichtung zudem eine Herabsetzung des Wassergehalts in der Grundschrift, eine Senkung des Rotschleiers (Haze) bei Wärmedämmscheiben, eine Minimierung von PIN-Holes bei Scheiben mit niedriger Transmission, eine Verbesserung der Silberkristallinität sowie eine Verbesserung der Schichthärten
10 und der Schichtqualität erreichen.

- In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens gemäß der Erfindung wird das Spülgas hinsichtlich der Feuchtigkeit konditioniert. Es wird im Allgemeinen die relative Feuchtigkeit des Spülgases vor dem Eintreten in die
15 wenigstens eine Prozesskammer auf höchstens 30%, insbesondere höchstens 25%, vorzugsweise höchstens 10% oder in besonderen Fällen sogar höchstens 5%, eingestellt. Besonders zur Aufnahme von in oder an den Innenwänden oder Einbauten der Prozesskammer adsorbiertem, kondensiertem oder gefangenem Wasser oder Wasserdampf ist es vorteilhaft, wenn das Spülgas eine geringe
20 Feuchtigkeit besitzt bzw. vor dem Zuführen in die Prozesskammer getrocknet wird. Die Trocknung kann durch alle geeigneten aus dem Stand der Technik bekannten Gastrocknungsverfahren erfolgen. Dabei kann die Feuchtigkeit beispielsweise durch Adsorption an einem geeigneten Medium oder durch Abkühlen des Gasstroms und Auskondensieren der Feuchtigkeit reduziert werden. Die
25 Feuchtigkeit des Spülgases, kann jedoch auch durch geeignete Methoden erhöht werden, sollte sich dies als vorteilhaft erweisen.

- Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn das Spülgas vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer von Fremdstoffen gereinigt wird, insbesondere
30 gefiltert wird. Auf diese Weise wird verhindert, dass das Spülgas weitere Verunreinigungen in die Prozesskammer einschleppt. Zur Reinigung des Spülgases können alle geeigneten aus dem Stand der Technik bekannten Gasreinigungsverfahren angewandt werden. Beispielsweise kann das Spülgas je nach gewünschtem Reinheitsgrad unter Verwendung entsprechender Filterelemente wie
35 Grobfilter, Feinfilter oder Schwebstofffilter gereinigt werden.

Vorteilhaft ist es auch wenn die Temperatur des Spülgases vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer in einem vorgegebenen Temperaturbereich, vorzugsweise auf wenigstens einen vorgegebenen Temperaturwert, eingestellt wird, insbesondere in einem Temperaturbereich zwischen 20 °C und 90 °C, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 60°C und 80°C. Durch das erwärmte Spülgas lassen sich auskondensierte oder adsorbierte Verunreinigungen besser in die Gasphase überführen. Je höher die Temperatur des Spülgases ist, desto mehr Feuchtigkeit kann zudem das Spülgas aufnehmen (für Wasser vgl. Mollier-Diagramm).

Besonders zweckmäßig kann es auch sein, wenn der Druck des Spülgases vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer auf einen vorgegebenen Druckwert eingestellt wird, vorzugsweise in einem Druckbereich von 0,8 bar bis 1,5 bar. Über den Druck lässt sich dann die Strömungsgeschwindigkeit in der Prozesskammer einstellen. Da das Spülgas in der Regel gegen Umgebungsdruck oder Unterdruck durch die Prozesskammer strömt ist es vorteilhaft, wenn das Spülgas mit einem erhöhten Druck bezüglich des Umgebungsdrucks aus einer Konditioniereinrichtung ausströmt, so dass eine relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit und ein großer Volumenstrom durch die Prozesskammer erreicht wird. Weiterhin kann es jedoch auch vorteilhaft sein, das Spülgas mit einem bezüglich des Umgebungsdrucks reduzierten Druck durch die Prozesskammer zu führen bzw. während des Reinigungsvorgangs einen reduzierten Druck in der Prozesskammer zu erzeugen, um den Übergang der Verunreinigungen in die Gasphase zu erleichtern.

Als Spülgas wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise Luft, insbesondere Umgebungsluft, und/oder ein Inertgas verwendet. Das Spülen mit Luft, vor allem Umgebungsluft wird bevorzugt, da es relativ preiswert ist, große Mengen zur Verfügung stehen und gegebenenfalls bereits konditionierte Luft aus einem Prozessluftkreislauf verwendet werden kann. Inertgas wird vorzugsweise dann zum Spülen verwendet, wenn im Beschichtungsprozess beispielsweise kein Sauerstoff oder sonstige störende Gase vorliegen sollten. Die Verwendung von Inertgas ist jedoch in der Regel kostenintensiver als die von Luft, vor allem von Umgebungsluft. Darüber hinaus ist es möglich weitere Gase oder Gasgemische als Spülgas einzusetzen, die vorzugsweise einen oder mehrere Be-

standteile der Umgebungsluft in beliebiger, geeigneter Konzentration aufweisen.

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird die wenigstens eine Prozess-
5 kammer in einer vorteilhaften Ausführungsform während eines Reinigungsvor-
gangs bzw. Spülvorgangs von dem konditionierten Spülgas durchströmt, vor-
zugsweise kontinuierlich. Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn wenigstens
ein Reinigungsschritt mit Fluten der Prozesskammer mit konditioniertem Spül-
gas und anschließendem Abführen des Spülgases durchgeführt wird, der auch in
10 Kombination mit der vorgenannten Ausführungsform des Durchströmens er-
folgen kann, beispielsweise anschließendes durchströmen der Prozesskammer.
Dadurch lässt sich erreichen, dass die Verunreinigungen in das in der Prozess-
kammer befindliche konditionierte Spülgas übertreten und mit dem Spülgas
abgeführt werden. Bei dem Reinigungsschritt aus Fluten und Abführen kann
15 beispielsweise beim Abpumpen des Spülgases auf einfache Weise auch ein Un-
terdruck erzeugt werden, der den Übergang von Verunreinigungen in die Gas-
phase erleichtert. Besonders vorteilhaft kann es auch sein, wenn das Spülgas
direkt nach einem Beschichtungsvorgang in die Prozesskammer strömt, wo-
durch dann, bei einer Beschichtung im Vakuum, der Druck in der Prozesskam-
20 mer nach Beenden des Beschichtungsvorgangs durch das Spülgas erhöht wird.
Auf diese Weise kann abhängig von dem jeweiligen Beschichtungsvorgang das
Eintragen von Verunreinigungen in die Prozesskammer bei Substrat oder Pro-
duktwechsel vermindert werden.

25 Findet die Beschichtung bei sehr niedrigem Druck (Vakuum) statt, so befinden
sich normalerweise am Eingang und/oder am Ausgang der Prozesskammern
jeweils Druckschleusen, durch die das wenigstens eine Substrat in die Prozess-
kammer ein- bzw. aus der Prozesskammer ausgeführt wird. Die Druckschleusen
verhindern, dass sich die Prozessbedingungen in den Prozesskammern, insbe-
30 sondere der Druck, beim Ein- und Ausbringen eines Substrats verändern. Sind
mehrere Prozesskammern hintereinander geschaltet, so befindet sich zwischen
diesen Prozesskammern in der Regel ebenfalls wenigstens eine Druckschleuse.
Das ist vor allem dann notwendig, wenn in den verschiedenen Prozesskammern
einer Beschichtungsvorrichtung verschiedene Drücke herrschen, was sehr häu-
35 fig der Fall ist. Durch die Druckschleusen wird dann verhindert, dass ein Gas-
austausch zwischen den Prozesskammern stattfindet.

Die Druckschleusen können so ausgeführt sein, dass das Substrat bei dem jeweiligen Umgebungsdruck in die Druckschleuse geführt wird, also insbesondere beim Einführen in eine erste Prozesskammer in etwa bei Normaldruck und
5 beim Einführen in eine weitere Prozesskammer, bei dem jeweilige Druck in der vorhergehenden Prozesskammer. Anschließend wird die Druckschleuse verschlossen und durch Evakuieren oder durch Zugabe von Gas auf den jeweiligen Druck der folgenden Prozesskammer eingestellt. Die Druckkammer wird dann zu der folgende Prozesskammer hin geöffnet, das Substrat in die Prozesskam-
10 mer eingeführt und die Druckschleuse wieder verschlossen und durch Evakuieren oder durch Zugabe von Gas erneut auf den Anfangsdruck zur Aufnahme eines Substrats gebracht. Beim Stand der Technik wird der jeweilige Druckausgleich in der Regel durch Zugabe von Umgebungsluft durchgeführt. Dabei können jedoch über die Umgebungsluft Fremdstoffe in die Druckschleuse gelan-
15 gen, die im Verlaufe des Verfahrens in die Anlage verschleppt werden und den Beschichtungsprozess beeinflussen können.

In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens oder alternativen, in dem im fakultativ unabhängigen Anspruch 8 beanspruchten Verfahren,
20 wird deshalb während des Reinigungsvorgangs eine an einem Eingang und/oder an einem Ausgang der wenigstens einen Prozesskammer angeordnete Druckschleuse von dem konditionierten Spülgas gespült, vorzugsweise kontinuierlich durchströmt. Auf diese Weise können auch in der Druckschleuse Verunreinigungen entfernt werden, die beim Evakuieren der Druckschleuse in die Gas-
25 phase übertreten und beispielsweise das Substrat verunreinigen können.

Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn zudem für einen Druckausgleich in der Druckschleuse konditioniertes Spülgas in die Druckschleuse eingeströmt wird und/oder wenn die Druckschleuse, bevor das wenigstens eine Substrats in die
30 Druckschleuse gelangt und/oder während sich das wenigstens eine Substrat in der Druckschleuse befindet, mit konditioniertem Spülgas gespült wird.

Dadurch kann zum einen verhindert werden, dass Fremdstoffe von außen in die Druckschleuse eindringen, und zum anderen können bereits in der Druck-
35 schleuse befindliche Fremdstoffe oder durch das Substrat eingetragen Fremdstoffe entfernt werden. Dabei ist es beispielsweise denkbar, dass zunächst der

Druckausgleich in der Druckkammer mit Spülgas erfolgt, das Spülgas die Druckschleuse darüber hinaus eine kurze Zeit durchströmt, um zum Beispiel Fremdstoffe aus der Gasphase oder von einem bereits eingebrachten Substrat zu entfernen und die Druckkammer anschließend evakuiert wird. Auf diese
5 Weise kann der Beschichtungsvorgang unter nahezu vollständigem Ausschluss von Umgebungsluft durchgeführt werden. Das aus der Druckschleuse abgeführte Spülgas kann entweder in die Umgebung abgeführt oder dem Spülgaskreislauf zugeführt und erneut konditioniert werden.

10 Besonders zweckmäßig kann es sein, wenn das Spülgas aus verschiedenen Gasströmen gemischt wird. Dabei kann zum Beispiel ein Gasstrom aus einem der Beschichtung vorhergehenden Prozess mit einem Spülgasstrom aus konditionierter Umgebungsluft oder konditioniertem Gas, vorzugsweise Inertgas, gemischt werden, um auf diese Weise die Kosten für den Reinigungsvorgang zu
15 reduzieren.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn das Spülgas in einem Kreislauf geführt wird. Dabei wird das aus der wenigstens einen Prozesskammer austretende Spülgas hinsichtlich der Feuchtigkeit und/oder der Beladung mit Fremdstoffen
20 und/oder der Temperatur und/oder des Drucks und/oder der Gaszusammensetzung erneut konditioniert und erneut der wenigstens einen Prozesskammer oder auch einem anderen von der Beschichtung unabhängigen Prozess zugeführt.

25 Vor dem Beschichtungsvorgang wird das wenigstens eine Substrat in der Regel in einem dem Beschichtungsvorgang vorgeschalteten Substratbehandlungsvorgang vorbehandelt, insbesondere in einem Substratwaschvorgang gereinigt, vorzugsweise mit Wasser oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit, und einem anschließenden Substrattrocknungsvorgang getrocknet. Insbesondere vorteilhaft ist es dann, wenn wenigstens ein Teil eines konditionierten Trocknungsgases zum Trocknen des wenigstens eines Substrats in dem Substrattrocknungsvorgang und/oder wenigstens ein Teil eines aus dem Substrattrocknungsvorgang ausgegebenen Trocknungsgases zumindest zu einem Teil als Spülgas verwendet wird.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird zudem die wenigstens eine Prozesskammer vor und/oder während des Reinigungsvorgangs zumindest teilweise beheizt, insbesondere wenigstens ein Teil wenigstens einer Prozesskammerwand. Dazu wird die Wärme vorzugsweise von außen zugeführt über
5 eine außerhalb der Prozesskammer angeordnete Heizeinrichtung. Die wenigstens eine Prozesskammer wird dann zum Beispiels induktiv oder durch Strahlung oder durch Wärmeleitung zumindest teilweise auf eine Temperatur, die im Allgemeinen zwischen 20°C und 60 °C, insbesondere zwischen 40 °C und 60 °C liegt, geheizt. Die Prozesskammer bzw. die Prozesskammerwand kann auch auf
10 höhere Temperaturen beheizt werden, wenn die zur Fertigung der Prozesskammer, insbesondere für an der Prozesskammerwand angeordnete Einbauten und Dichtungen, verwendeten Werkstoffe dies erlauben. Die Beheizung der Prozesskammer kann kontinuierlich vor und/oder während des gesamten Reinigungsvorgangs erfolgen oder lediglich für bestimmte Zeitintervalle zur zeit-
15 weisen Unterstützung eines Reinigungsvorgangs.

Während des Beschichtungsprozesses wird in der Regel nicht nur auf dem Substrat, sondern auch an den Innenwänden und/oder Einbauten der Prozesskammer Beschichtungsmaterial abgeschieden. Werden nacheinander mehrere Substrate beschichtet, so können sich diese Ablagerungen an den Wänden oder
20 Einbauten ansammeln bzw. aufsummieren bis sich sogenannte Depots bilden. In diesem Fall besteht die Gefahr, dass sich bereits bei leichten Erschütterungen oder auf Grund der Schwerkraft von den Depots Teile lösen und das Substrat bzw. das Produkt verunreinigen. Diese Produkte werden dann in der Praxis als Ausschuss entsorgt.
25

In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens und der Vorrichtung gemäß der Erfindung gibt wenigstens ein Impulsgebereinrichtung vor und/oder während einem Beschichtungsvorgang wenigstens einen mechanischen Impuls auf eine Prozesskammerwand, insbesondere eine Außenwand, der
30 wenigstens einen Prozesskammer. Dadurch lässt sich ein gezielter Depotabschlag, also ein Abklopfen von an den Innenwänden und Einbauten der Prozesskammer abgelagerten bzw. abgeschiedenen Beschichtungsmaterialteilchen oder -depots, erzielen.

Diese Merkmale könnten auch in nebengeordneten Ansprüchen unabhängig beansprucht werden, beispielweise in der folgenden Form: Verfahren zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, bei dem wenigstens eine Impulsgebereinrichtung
5 vor und/oder während einem Beschichtungsvorgang wenigstens einen mechanischen Impuls auf eine Prozesskammerwand, insbesondere eine Außenwand, der wenigstens einen Prozesskammer gibt, oder Vorrichtung zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, die eine Impulsgebereinrichtung zum Erzeugen eines Impulses
10 auf einer Prozesskammerwand, insbesondere einer Außenwand, der wenigstens einen Prozesskammer umfasst.

Durch das Vorsehen des mechanischen Impulsgebers können diese Depots in regelmäßigen Abständen oder nach Bedarf abgeschlagen werden, bevorzugt zu
15 einem Zeitpunkt bei dem sich kein Substrat in der Prozesskammer befindet, also vor einem Beschichtungsvorgang oder zwischen den Beschichtungsprozessen mehrerer Substrate.

Als mechanische Impulsgebereinrichtung werden vorzugsweise wenigstens ein
20 Hammer und/oder wenigstens eine Druckluftdüse und/oder wenigstens eine Vibrationseinheit und/oder wenigstens ein Ultraschallgeber verwendet. Darüber hinaus kann die wenigstens eine Impulsgebereinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wenigstens eine Steuereinheit umfassen. Der mechanische Impuls wird vorzugsweise in Abhängigkeit wenigstens einer Prozessgröße
25 automatisch ausgelöst. Besonders vorteilhaft ist es, wenn zudem die Stärke des mechanischen Impulses in Abhängigkeit eines Verschmutzungsgrads eingestellt werden kann. In diesem Fall sind geeignete Sensoren in der Prozesskammer vorzusehen. Eine Prozessgröße, die den mechanischen Impuls bzw. das Abschlagen auslöst ist vorzugsweise eine Größe, die anzeigt, dass sich zum jeweiligen
30 Zeitpunkt kein Substrat in der Prozesskammer befindet. Ohne in die Beschichtungsanlage eingreifen zu müssen, könnte dies beispielsweise eine Transportgeschwindigkeit der Substrate in der Beschichtungsanlage oder eine Temperatur oder ein Druck in der Prozesskammer sein. Die Steuereinheit kann dazu dienen den Zeitpunkt zu dem der Impuls ausgelöst wird, die Stärke des Impulses
35 sowie die Zeitdauer über die mechanische Impulse gegeben werden zu steuern und zu regeln. Dazu ist es vorteilhaft, wenn Mittel zur Bestimmung von

Prozessgrößen, insbesondere zur Erkennung eines Verschmutzungsgrades in der Prozesskammer vorgesehen sind. Das können beispielsweise in die Prozesskammer eingebrachte optische Sensoren sein. Andere Prozessgrößen wie die Transportgeschwindigkeit der Substrate oder die Temperatur oder der Druck in der Prozesskammer können eventuell auch der Steuereinrichtung der Beschichtungsanlage entnommen werden, wenn sich die Steuereinheit der Impulsge-
5 bereinrichtung in einer vorteilhaften Ausführungsform an diese koppeln lässt.

Darüber hinaus kann es auch möglich sein, dass wenigstens ein Teil des aus der
10 wenigstens einen Prozesskammer austretenden Spülgases zur Erzeugung des mechanischen Impulses verwendet wird, zum Beispiel zur Erzeugung eines Impulses durch Ausströmen aus einer Druckluftdüse oder durch Betätigen eines Drucklufthammers.

Bei der Vorrichtung gemäß Anspruch 21 umfasst die wenigstens eine Spüleinrichtung zur Einleitung eines konditionierten Spülgases in die wenigstens eine Prozesskammer und/oder zur Durchleitung eines konditionierten Spülgases durch die wenigstens eine Prozesskammer vorzugsweise wenigstens eine Spülgaszuleitung und wenigstens eine Spülgasfördereinheit, insbesondere eine Pumpe und/oder einen Ventilator, die in einer Strömungsrichtung vor und/oder
20 nach der wenigstens einen Prozesskammer angeordnet sind. Als Strömungsrichtung wird die Richtung bezeichnet, in der das Spülgas die Prozesskammern der Beschichtungsanlage durchströmt.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der Erfindung ist wenigstens eine Konditioniereinrichtung zur Konditionierung des Spülgases vor dem Eintreten in die Prozesskammer vorgesehen. Dabei kann vorzugsweise wenigstens eine Konditioniereinrichtung zur Einstellung einer Feuchtigkeit des Spülgases vorgesehen sein, insbesondere eine Adsorptionseinheit oder eine Kühleinheit, vorzugsweise eine Absorptionskältemaschine,
30 und/oder wenigstens eine Konditioniereinrichtung zur Einstellung einer Temperatur des Spülgases vorgesehen sein, insbesondere eine Heizeinrichtung, und/oder wenigstens eine Konditioniereinrichtung zur Einstellung eines Druckes des Spülgases vorgesehen sein, insbesondere ein Verdichter, und/oder
35 wenigstens eine Konditioniereinrichtung zur Abscheidung von Fremdstoffen aus dem Spülgas vorgesehen sein, insbesondere eine Filtereinheit. Wie vorangehend

beschrieben, können hierfür alle geeigneten und aus dem Stand der Technik bekannten Einrichtungen verwendet werden. Es können auch mehrere Eigenschaften oder Konditioniergrößen des Spülgases in einer kombinierten Konditioniereinrichtung eingestellt werden.

5

Sind am Eingang und/oder am Ausgang der wenigstens einen Prozesskammer Druckschleusen vorgesehen, so ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Vorrichtung in einer vorteilhaften Weiterbildung oder alternativ, die im fakultativ unabhängigen Anspruch 25 beanspruchte Vorrichtung, wenigstens eine Zuführeinrichtung zur Einleitung des konditionierten Spülgases in wenigstens eine an einem Eingang der Prozesskammer und/oder an einem Ausgang der Prozesskammer angeordnete Druckschleuse und/oder zur Durchleitung des konditionierten Spülgases durch die wenigstens eine Druckschleuse und/oder wenigstens eine Abführeinrichtung für das Spülgas aus der wenigstens einen Druckschleuse umfasst. Über die wenigstens eine Zuführeinrichtung, die beispielsweise wenigstens eine Zuführleitung und wenigstens eine Zuführeinheit wie einen Ventilator und/oder eine Pumpe umfassen kann, kann dann ein Druckausgleich in der Druckschleuse und/oder ein Spülen der Druckschleuse mit konditioniertem Spülgas erfolgen. Das mittels der wenigstens einen Abführeinrichtung, die beispielweise wenigstens eine Abführleitung und wenigstens eine Abführeinheit wie einen Ventilator und/oder eine Pumpe umfassen kann, aus der Druckschleuse abgeführte Spülgas kann erneut der wenigstens einen Konditioniereinrichtung zugeführt werden.

25 Darüber hinaus umfasst die Vorrichtung vorzugsweise wenigstens eine Heizeinrichtung zum Beheizen wenigstens eines Teils wenigstens einer Prozesskammer vor und/oder während eines Reinigungsvorganges, die vorzugsweise außerhalb der Prozesskammer angeordnet ist. Die Heizeinrichtung beheizt die Prozesskammer insbesondere induktiv, durch Strahlung oder durch Wärmeleitung.

30

Vor dem Beschichtungsvorgang ist das Substrat in einer Substratbehandlungsvorrichtung zu behandeln, so dass ein optimales Beschichtungsergebnis erzielt werden kann. Dazu ist beispielsweise das Substrat bzw. die Substratoberfläche in einer Substratwaschvorrichtung zu reinigen und anschließend in einer Substrattrocknungsvorrichtung zu trocknen. Für das Substrattrocknen wird bei-

35

spielsweise ebenfalls ein konditioniertes Gas, vorzugsweise Luft, insbesondere Umgebungsluft benötigt.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung entspricht die wenigstens eine Konditioniereinrichtung wenigstens einer Konditioniereinrichtung einer der wenigstens einen Prozesskammer vorgeschalteten Substratbehandlungsvorrichtung, insbesondere einer Substratwaschvorrichtung mit sich anschließender Substrattrocknungsvorrichtung. Dadurch kann bzw. können sowohl der Energieverbrauch als auch die Kosten reduziert werden.

Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn wenigstens ein Mittel vorgesehen ist zur Einleitung wenigstens eines Teils eines aus der Substrattrocknungsvorrichtung austretenden Trocknungsgases und/oder wenigstens eines Teils eines in der wenigstens einen Konditioniereinrichtung der Substrattrocknungsvorrichtung aufbereiteten Trocknungsgases in die Prozesskammer. Das bedeutet, es kann entweder konditioniertes Gas mit Abgas aus der Substrattrocknungsvorrichtung gemischt werden, so dass ein Spülgas mit noch ausreichend niedrigem Feuchtigkeitsgehalt für die Spülzwecke erhalten wird oder es wird einfach ein Teil des für die Substrattrocknung aufbereiteten Trocknungsgases abgezweigt und als Spülgas in die wenigstens eine Prozesskammer der Beschichtungsanlage geleitet. Werden das aus der Substrattrocknungsvorrichtung abgeführte Trocknungsgas und das aus der wenigstens einen Prozesskammer abgeführte Spülgas wieder zusammengeführt und zur Aufbereitung erneut der wenigstens einen gemeinsamen Konditioniereinrichtung zugeführt, kann ein sehr wirtschaftlicher Kreislauf erzielt werden.

Bei dem Verfahren gemäß Anspruch 32 zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, in einer Prozesskammer, wird die Prozesskammer vor einem Beschichtungsvorgang gereinigt nach einem Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20 und/oder unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 31. Besonders vorteilhaft ist es, wenn weiterhin nach einem Reinigungsvorgang der Druck in der Prozesskammer gegenüber dem Umgebungsdruck reduziert wird, vorzugsweise auf 10^{-7} bar bis 10^{-3} bar und anschließend ein Beschichtungsprozess gestartet

wird, insbesondere ein Beschichtungsprozess aus der Gasphase, vorzugsweise ein PVD- oder ein CVD-Prozess.

5 Die Vorrichtung gemäß Anspruch 34 zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, in einer Prozesskammer, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 32 oder Anspruch 33, umfasst eine separate Vorrichtung zur Reinigung der Prozesskammer vor einem Beschichtungsvorgang durch Spülen mit einem konditionierten Spülgas, insbesondere eine Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 31.

10

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen weiter erläutert.

Es zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

15

FIG 1 eine Glaswasch- und Gastrocknungsvorrichtung mit anschließender Beschichtungsvorrichtung nach dem Stand der Technik,

20

FIG 2 ein Verfahrensfliessbild einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens gemäß der Erfindung für eine Beschichtungsvorrichtung nach FIG 1,

25

FIG 3 ein Verfahrensfliessbild einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens gemäß der Erfindung für eine Beschichtungsvorrichtung nach FIG 1,

FIG 4 eine vorteilhafte Ausführungsform einer mechanischen Impulsgebereinrichtung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

30

Einander entsprechende Teile und Größen sind in den FIG 1 bis 4 mit denselben Bezugszeichen versehen.

35

FIG 1 zeigt eine Glaswaschvorrichtung 22 eine Gastrocknungsvorrichtung 1 und eine Beschichtungsvorrichtung 2, wie sie in einem Glasverarbeitungsprozess nach dem Stand der Technik eingesetzt werden können. In der Glaswaschvorrichtung 22 werden vorab produzierte Glassubstrate 3 gewaschen, vorzugs-

weise mit Wasser oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit, und anschließend in der Glastrocknungsvorrichtung 1 getrocknet, so dass sie möglichst wenig Feuchtigkeit in die Beschichtungsvorrichtung 2, im vorliegenden Fall eine Magnetron-Beschichtungsanlage, einbringen, die den Beschichtungsvorgang negativ beeinflussen kann. Die Glassubstrate 3 werden auf einem Transportband 4 durch eine Trocknungskammer 6 der Glastrocknungsvorrichtung 1 transportiert und mit konditioniertem Trocknungsgas 5 beaufschlagt. Das konditionierte Trocknungsgas 5 wird an mehreren Stellen in die Trocknungskammer 6 eingeblasen und überströmt die Glassubstrate 3, wobei die Feuchtigkeit von der Oberfläche der Glassubstrate 3 vom konditionierten Trocknungsgas 5 aufgenommen wird. Das mit der Feuchtigkeit beladene Trocknungsgas wird dann aus der Trocknungskammer 6 abgeführt.

Die getrockneten Glassubstrate 3 gelangen anschließend in die Beschichtungsvorrichtung 2, in der sie mehrere Prozesskammern 7 passieren. In den Prozesskammern 7 werden im Magnetron-Sputterverfahren eine oder mehrere Schichten eines oder mehrerer Stoffe auf das Glassubstrat 3 aufgebracht. Der Sputterprozess erfolgt vorzugsweise bei einem Unterdruck von bis zu 10^{-6} bar. Damit der Unterdruck in den einzelnen Prozesskammern 7 beim Durchführen der Glassubstrate 3 aufrecht erhalten werden kann, sind zumindest zwischen der Glastrocknungsvorrichtung 1 und einer Prozesskammer 7 sowie zwischen den einzelnen Prozesskammern 7 und nach der letzten Prozesskammer 7 Druckschleusen (hier nicht dargestellt) vorgesehen, durch die die Glassubstrate 3 geführt werden und in denen ein Druckausgleich stattfindet.

Das Magnetronsputtern ist eine Variante des DC- oder HF-Sputterns, bei welchem dem elektrischen Feld der Glimmentladung ein transversales Magnetfeld überlagert wird. Dazu wird meist hinter dem als Kathode wirkenden Target eine Anordnung aus Permanentmagneten installiert, dessen Magnetfeld durch das Target hindurch in den Plasmaraum reicht. Dies führt dazu, dass das Plasma vor dem Target in einer Art magnetischer Flasche eingeschlossen wird und die Elektronen auf Kreis- bzw. Spiralbahnen vor dem Target gezwungen werden. Dies bewirkt eine erhebliche Erhöhung des Ionisationsgrades des Plasmas und damit eine Steigerung der Zerstäubungs- und Beschichtungsrate. Des Weiteren reduziert sich der Beschuss des Substrates mit Elektronen, wodurch die thermische Belastung des Substrates sinkt. Häufig angewandte Varianten des

Magnetron-Sputterns sind das reaktive Magnetron-Sputtern und das bias-unterstützte Magnetron-Sputtern (vgl. Internetauftritt des INO - Informationssystem für die wirkungsvolle Nutzung der Oberflächentechnik, www.schichttechnik.net)

5

Durch das Magnetron-Sputtern lassen sich insbesondere verschiedene Metalle, (z.B. Silber), und Metalloxide (z. B. Zinkoxid) abscheiden, die in geeigneter Zusammensetzung bzw. Schichtstruktur insbesondere als Sonnenschutz- und Wärmedämmschichten dienen.

10

Wird die Prozesskammer 7 evakuiert, so können an oder in den Innenwänden oder Einbauten der Prozesskammern 7 adsorbierte, kondensierte oder gefangene Stoffe, insbesondere Wasser, in die Gasphase übertreten, die den Beschichtungsprozess stören können, so dass beim Beschichtungsvorgang wenigstens
15 jeweils die ersten beschichteten Glassubstrate 3 Ausschuss sind und entsorgt werden müssen.

20

Wird die Beschichtungsvorrichtung 2 vor dem Beschichtungsvorgang mit dem Verfahren gemäß der Erfindung gereinigt, so kann die Ausschussproduktion verringert oder gar gänzlich vermieden werden.

25

FIG 2 zeigt in einem Verfahrensfließbild eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens gemäß der Erfindung. Die Abbildung zeigt schematisch die Beschichtungsvorrichtung 2 die in ihrem Innern wenigstens eine Prozesskammer 7 umfasst (in FIG 2 nicht dargestellt). In einem ersten Schritt wird Umgebungsluft 8 angesaugt und in einem Filter 9 von Fremdstoffen 10 gereinigt. Die Fremdstoffe 10 werden in regelmäßigen Zeitabständen oder kontinuierlich aus dem Filter 9 abgeführt.

30

Die gereinigte Umgebungsluft gelangt in einem weiteren Verfahrensschritt in eine Konditioniereinrichtung zur Einstellung des Feuchtigkeitsgehalts, in diesem Fall eine Kältemaschine 11, die als Absorptionskältemaschine oder als Kompressionskältemaschine ausgeführt sein kann, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Dort wird die Umgebungsluft auf eine vorbestimmte
35 Temperatur abgekühlt, wobei Wasser auskondensiert. Das Kondensat 12 wird kontinuierlich abgeführt.

Die so getrocknete Umgebungsluft 8 wird anschließend in einer Heizeinrichtung wieder erwärmt, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 60 °C und 80°C, um den Verdampfungs- und/oder Desorptionsprozess in der Beschichtungsvorrichtung 2 zu beschleunigen. Die warme und trockene Umgebungsluft 8 weist nun eine relative Feuchtigkeit von vorzugsweise $\leq 25\%$ auf, und kann eine relativ große Menge Wasser aufnehmen bis zu ihrer Sättigung.

In einem Verdichter 14, wird die Umgebungsluft 8 auf einen vorgegeben Druck verdichtet und in die Beschichtungsvorrichtung 2 geblasen. Auf diese Weise lässt sich auch die Strömungsgeschwindigkeit des konditionierten Spülgases 15 einstellen. Ein Ventilator 17, der auf der Austrittsseite der Beschichtungsvorrichtung 2 das beladene Spülgas 16 ansaugt, kann das Durchströmen der Prozesskammern 7 zudem unterstützen.

Mit dem konditionierten Spülgas 15 werden in der Beschichtungsvorrichtung 2 sowohl die wenigstens eine Prozesskammer 7 als auch die Druckschleusen vor und nach sowie zwischen einzelnen Prozesskammern gespült, um Verunreinigungen zu entfernen. Das beladene Spülgas 16 wird dann im einfachsten Fall vollständig an die Umgebung abgegeben.

Es ist aber auch möglich einen Teil oder den gesamten Volumenstrom des beladenen Spülgases 16 über eine Spülgasrückführung 18 erneut den Konditioniereinrichtungen 9, 11, 13, 14 zuzuführen. Dabei kann auch Umgebungsluft 8 dem beladenen Spülgas 16 beigemischt werden.

Während des Beschichtungsprozesses in der Beschichtungsvorrichtung 2 wird das konditionierte Spülgas 15 weiterhin in die Druckschleusen geführt, vorzugsweise für den Druckausgleich in den Druckschleusen und/oder zum Spülen der Druckschleusen und des eventuell darin befindlichen Glassubstrats 3.

In FIG 3 ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Abbildung zeigt ebenfalls schematisch die Beschichtungsvorrichtung 2 die in ihrem Innern wenigstens eine Prozesskammer 7 (nicht dargestellt) umfasst. Wie mit Bezug auf FIG 2 beschrieben wird Umge-

Umgebungsluft 8 in den Konditioniereinrichtungen 9 (Filter), 11 (Kältemaschine), 13 (Heizeinrichtung), 14 (Verdichter) entsprechend konditioniert.

Die Konditioniereinrichtungen 9, 11, 13, 14 sind in der in FIG 3 dargestellten Ausführungsform für die Aufbereitung von Spülgas für die Beschichtungsvorrichtung 2 und Trocknungsgas für die Glastrocknungsvorrichtung 1 ausgelegt. Ein Teil der wie vorangehend beschrieben konditionierten Umgebungsluft 8 wird als konditioniertes Spülgas 15 in die Beschichtungsvorrichtung 2 eingeleitet. Der Ventilator 17 unterstützt die Durchströmung der Beschichtungsvorrichtung 2 und das beladene Spülgas 16 wird zu einem Teil oder im Ganzen abgeführt oder zu einem Teil oder im Ganzen über eine Spülgasrückführung 18 erneut auf den Filter 9 geführt. Dabei kann wiederum Umgebungsluft 8 dem beladenen Spülgas 16 beigemischt werden.

Während des Beschichtungsprozesses in der Beschichtungsvorrichtung 2 wird wiederum konditioniertes Spülgas 15 in die Druckschleusen geführt zum Druckausgleich in den Druckschleusen und/oder zum Spülen der Druckschleusen und des eventuell darin befindlichen Glassubstrats 3.

Die verbleibende konditionierte Umgebungsluft 8 wird als konditioniertes Trocknungsgas 5 in die Glastrocknungsvorrichtung 1 geführt. Das beladene Trocknungsgas 19 wird aus der Glastrocknungsvorrichtung 1 abgeführt und zu einem Teil oder im Ganzen an die Umgebungsluft abgegeben. Es ist aber auch möglich wie in FIG 3 dargestellt einen Teil oder den gesamten Volumenstrom des beladenen Trocknungsgases 19 in den Prozess zurückzuführen. Dabei kann beispielsweise ein Teil des beladenen Trocknungsgases 19 über eine Trocknungsgasrückführung 20 der bereits konditionierten Umgebungsluft 8 zugegeben werden und auf diese Weise das konditionierte Spülgas 15 erzeugt werden. Bevorzugt wird ist es jedoch, das beladene Trocknungsgas 19 über eine Trocknungsgasrückführung 21 in den Filter 9 zurückzuführen, wobei es mit der Umgebungsluft 8 und/oder dem beladenen Spülgas 16 gemischt werden kann.

FIG 4 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform einer mechanischen Impulsgebereinrichtung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Entfernung fester Verunreinigungen, sogenannter Depots 25, insbesondere von Beschichtungsmaterial, an Innenwänden 26 oder Einbauten 27 einer Prozesskammer 7. In FIG 4

ist schematisch eine Prozesskammer 7 im Schnitt dargestellt. An der Prozesskammerinnenwand 26 und an dem Einbau 27 befindet sich solch ein Depot 25 an Beschichtungsmaterial. Zur Beseitigung des Depots 25 ist ein mechanischer Impulsgeber 23 vorgesehen, in diesem Fall eine Art Hammer, der an einer Führungsschiene 24 entlang der Prozesskammer 7 geführt werden kann (vgl. Pfeilrichtung entlang der Prozesskammer). Durch eine geeignete Führung ist es möglich den mechanischen Impulsgeber 23 sowohl in Längsrichtung als auch quer über die Prozesskammer 7, insbesondere deren Prozesskammeraußenwand 28, zu führen. Darüber hinaus kann sich der mechanische Impulsgeber 23 auch über die gesamte Länge der Prozesskammer 7 erstrecken, so dass er lediglich in eine Richtung quer zu seiner Längsausdehnung über die Prozesskammer 7, insbesondere deren Prozesskammeraußenwand 28, bewegt wird. Der mechanische Impulsgeber 23 kann in Pfeilrichtung senkrecht zu Prozesskammeraußenwand 28 bewegt werden, bis er auf die Prozesskammeraußenwand 28 auftrifft. Der Impuls durch den Aufprall wird durch die Prozesskammeraußenwand 28 auf die Prozesskammerinnenwand 26 und/oder auf die Einbauten 27 und das darauf abgelagerte Depot 25 an Beschichtungsmaterial übertragen. Dadurch wird das Depot 25 wenigstens teilweise abgelöst und fällt durch Wirkung der Schwerkraft nach unten. Die Partikel können dann aus der Prozesskammer 7 herausgeführt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Glastrocknungsvorrichtung
- 2 Beschichtungsvorrichtung
- 3 Glassubstrat
- 4 Transportband
- 5 konditioniertes Trocknungsgas
- 6 Trocknungskammer
- 7 Prozesskammer
- 8 Umgebungsluft
- 9 Filter
- 10 Fremdstoffe
- 11 Kältemaschine
- 12 Kondensat
- 13 Heizeinrichtung
- 14 Verdichter
- 15 konditioniertes Spülgas
- 16 beladenes Spülgas
- 17 Ventilator
- 18 Spülgasrückführung
- 19 beladenes Trocknungsgas
- 20 Trocknungsgasrückführung
- 21 Trocknungsgasrückführung
- 22 Glaswaschvorrichtung
- 23 mechanischer Impulsgeber
- 24 Führungsschne
- 25 Depot
- 26 Prozesskammerinnenwand
- 27 Einbau
- 28 Prozesskammeraußenwand

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer (7) zum Beschichten wenigstens eines Substrats (3), insbesondere aus Glas,
dadurch gekennzeichnet,
dass die wenigstens eine Prozesskammer (7) vor einem Beschichtungsvorgang mit einem konditionierten Spülgas (15) gespült wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die Feuchtigkeit des Spülgases vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer (7) auf einen vorgegebenen Feuchtigkeitswert eingestellt wird, insbesondere auf eine relative Feuchtigkeit von höchstens 30%, insbesondere höchstens 25%, vorzugsweise höchstens 10% oder sogar höchstens 5%.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
bei dem das Spülgas vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer (7) von Fremdstoffen gereinigt wird, insbesondere gefiltert wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Temperatur des Spülgases vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer (7) in wenigstens einem vorgegebenen Temperaturbereich, vorzugsweise auf wenigstens einen vorgegebenen Temperaturwert eingestellt wird, insbesondere in einem Temperaturbereich zwischen 20 °C und 90 °C, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 60°C und 80°C.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Druck des Spülgases vor dem Eintreten in die wenigstens eine Prozesskammer (7) auf wenigstens einen vorgegebenen Druckwert eingestellt wird, vorzugsweise in einem Druckbereich zwischen 0,8 bar und 1,5 bar.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Spülgas Luft, insbesondere Umgebungsluft, und/oder ein Inertgas verwendet wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem während eines Reinigungsvorgangs die wenigstens eine Prozess-
kammer (7) von dem konditionierten Spülgas (15) vorzugsweise kontinu-
5 ierlich durchströmt wird, und/oder
wenigstens ein Reinigungsschritt mit Fluten der Prozesskammer (7) mit
konditioniertem Spülgas (15) und anschließendem Abführen des Spülga-
ses (16) durchgeführt wird.
- 10 8. Verfahren, insbesondere nach einem oder mehreren der vorhergehenden
Ansprüche,
bei dem während eines bzw. des Reinigungsvorgangs eine an einem Ein-
gang und/oder an einem Ausgang wenigstens einer Prozesskammer (7)
zum Beschichten wenigstens eines Substrats (3), insbesondere aus Glas,
15 angeordnete Druckschleuse mit konditioniertem Spülgas bzw. dem kon-
ditionierten Spülgas (15) gespült wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem für einen Druckausgleich in der Druckschleuse konditioniertes
20 Spülgas (15) in die Druckschleuse eingeströmt wird und/oder
bei dem die Druckschleuse, bevor das wenigstens eine Substrat (3) in
die Druckschleuse gelangt und/oder während sich das wenigstens eine
Substrat (3) in der Druckschleuse befindet, mit konditioniertem Spülgas
(15) gespült wird.
25
10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem das Spülgas aus verschiedenen Gasströmen gemischt wird.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
30 bei dem das Spülgas in einem Kreislauf geführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
bei dem das aus der wenigstens einen Prozesskammer (7) austretende
Spülgas (16) hinsichtlich der Feuchtigkeit und/oder der Beladung mit
35 Fremdstoffen und/oder der Temperatur und/oder des Drucks und/oder
der Gaszusammensetzung konditioniert wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem das wenigstens eine Substrat (3) in einem dem Beschichtungs-
vorgang vorgeschalteten Substratbehandlungsvorgang vorbehandelt
wird, insbesondere in einem Substrattrocknungsvorgang (1) mit vorge-
schaltetem Substratwaschvorgang (22).
14. Verfahren nach Anspruch 13,
bei dem wenigstens ein Teil eines konditionierten Trocknungsgases (5)
zum Trocknen des wenigstens eines Substrats im Substrattrocknungs-
vorgang (1) und/oder wenigstens ein Teil eines aus dem Substrattrock-
nungsvorgang (1) ausgegebenen Trocknungsgases (19) zumindest zu ei-
nem Teil als konditioniertes Spülgas (15) verwendet wird.
15. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die wenigstens eine Prozesskammer (7) vor und/oder während
eines Reinigungsvorgangs zumindest teilweise beheizt wird, vorzugswei-
se von außen, insbesondere wenigstens ein Teil wenigstens einer Pro-
zesskammerwand.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
bei dem die wenigstens eine Prozesskammer (7) zumindest teilweise auf
eine Temperatur zwischen 20 °C und 60°C, insbesondere zwischen 40°C
und 60°C, beheizt wird, insbesondere induktiv und/oder durch Strah-
lung und/oder durch Wärmeleitung.
17. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem wenigstens eine Impulsgebereinrichtung (23) vor und/oder
während einem Beschichtungsverfahren wenigstens einen mechanischen
Impuls auf eine Prozesskammerwand, insbesondere eine Außenwand
(28), der wenigstens einen Prozesskammer (7) überträgt.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
bei dem als Impulsgebereinrichtung (23) wenigstens ein Hammer
und/oder wenigstens eine Druckluftdüse und/oder wenigstens eine Vib-
rationseinheit und/oder wenigstens ein Ultraschallgeber verwendet wird.
19. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 18,

bei dem der mechanische Impuls in Abhängigkeit wenigstens einer Prozessgröße automatisch ausgelöst wird und/oder die Stärke des mechanischen Impulses in Abhängigkeit eines Verschmutzungsgrads eingestellt wird.

5

20. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 19, bei dem wenigstens ein Teil des aus der wenigstens einen Prozesskammer (7) austretenden Spülgases (16) zur Erzeugung des mechanischen Impulses verwendet wird.

10

21. Vorrichtung zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer (7) zum Beschichten wenigstens eines Substrats (3), insbesondere aus Glas, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

15

dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens eine Spüleinrichtung vorgesehen ist zur Einleitung eines konditionierten Spülgases (15) in die wenigstens eine Prozesskammer (7) und/oder zur Durchleitung eines konditionierten Spülgases (15) durch die wenigstens eine Prozesskammer (7) vor einem Beschichtungsvorgang.

20

22. Vorrichtung nach Anspruch 21,

wobei die wenigstens eine Spüleinrichtung wenigstens eine Spülgaszuleitung und wenigstens eine Spülgasfördereinheit (14, 17) umfasst, insbesondere eine Pumpe und/oder einen Ventilator, die in einer Strömungsrichtung vor und oder nach der wenigstens einen Prozesskammer (7) angeordnet sind.

25

23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder Anspruch 22,

30

wobei wenigstens eine Konditioniereinrichtung (9, 11, 13, 14) zur Konditionierung des Spülgases vor dem Eintreten in die Prozesskammer (7) vorgesehen ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23,

35

wobei wenigstens eine Konditioniereinrichtung (11) zur Einstellung einer Feuchtigkeit des Spülgases vorgesehen ist, insbesondere eine Adsorptionseinheit oder eine Kühleinheit, vorzugsweise eine Absorptions-

kältemaschine, und/oder

wobei wenigstens eine Konditioniereinrichtung (13) zur Einstellung einer Temperatur des Spülgases vorgesehen ist, insbesondere eine Heizeinrichtung, und/oder

5 wobei wenigstens eine Konditioniereinrichtung (14) zur Einstellung eines Druckes des Spülgases vorgesehen ist, insbesondere ein Verdichter, und/oder

wobei wenigstens eine Konditioniereinrichtung (9) zur Abscheidung von Fremdstoffen aus dem Spülgas vorgesehen ist, insbesondere eine Filtereinheit.

10 25. Vorrichtung, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 24,

wobei wenigstens eine Zuführeinrichtung vorgesehen ist zur Einleitung
15 von konditioniertem Spülgas bzw. des konditionierten Spülgases (15) in wenigstens eine an einem Eingang einer Prozesskammer (7) zum Beschichten wenigstens eines Substrats (3), insbesondere aus Glas, und/oder an einem Ausgang einer Prozesskammer (7) zum Beschichten wenigstens eines Substrats (3), insbesondere aus Glas, angeordnete
20 Druckschleuse und/oder zur Durchleitung von konditioniertem Spülgas bzw. des konditionierten Spülgases (15) durch die wenigstens eine Druckschleuse und/oder

wobei wenigstens eine Abführeinrichtung für das Spülgas aus der wenigstens einen Druckschleuse vorgesehen ist.

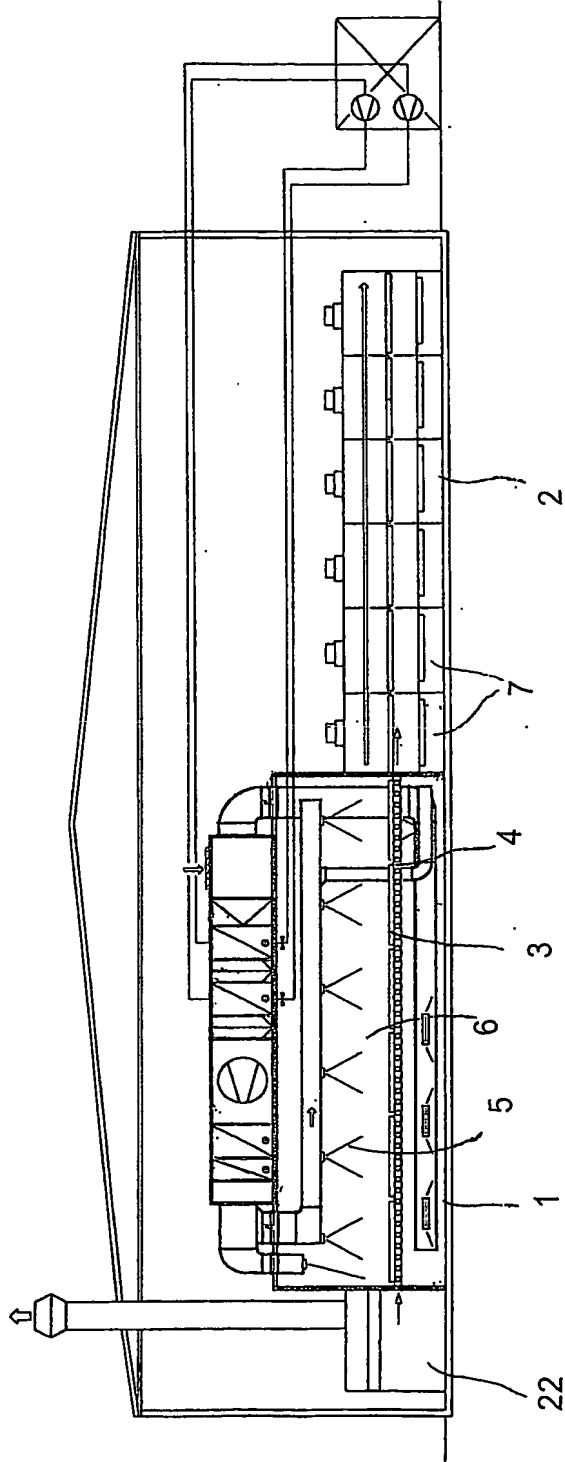
25 26. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 25, wobei wenigstens eine Heizeinrichtung vorgesehen ist zum Beheizen wenigstens eines Teils wenigstens einer Prozesskammer (7) vor und/oder während eines Reinigungsvorganges, die vorzugsweise außerhalb der Prozesskammer (7) angeordnet ist.

27. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 26, wobei wenigstens eine Impulsgebereinrichtung (23) vorgesehen ist, die vor einem Beschichtungsvorgang wenigstens einen mechanischen Impuls
35 auf eine Prozesskammerwand, insbesondere eine Außenwand (28), der wenigstens einen Prozesskammer gibt.

28. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 27,
wobei die wenigstens eine Impulsgebereinrichtung (23) wenigstens einen
Hammer und/oder wenigstens eine Druckluftdüse und/oder wenigstens
eine Vibrationseinheit und/oder wenigstens einen Ultraschallgeber
5 und/oder wenigstens eine Steuereinheit umfasst.
29. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 28,
wobei wenigstens ein Mittel vorgesehen ist zur Bestimmung von Pro-
zessgrößen, insbesondere zur Erkennung eines Verschmutzungsgrades in
10 der Prozesskammer.
30. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 29,
wobei die wenigstens eine Konditioniereinrichtung (9, 11, 13, 14) we-
nigstens eine Konditioniereinrichtung (9, 11, 13, 14) einer der wenig-
15 stens einen Prozesskammer vorgeschalteten Substratbehandlungsvorrich-
tung, insbesondere einer Substrattrocknungsvorrichtung (1) mit vorge-
schalteter Substratwaschvorrichtung (22), ist.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30,
20 wobei wenigstens eine Einrichtung vorgesehen ist zur Einleitung we-
nigstens eines Teils eines aus der Substrattrocknungsvorrichtung austre-
tenden Trocknungsgases (19) und/oder wenigstens eines Teils eines in
der wenigstens einen Konditioniereinrichtung aufbereiteten Trock-
nungsgases (5) als wenigstens eines Teils des konditionierten Spülgases
25 (15) in die Prozesskammer (7).
32. Verfahren zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere
aus Glas, in einer Prozesskammer,
bei dem die Prozesskammer (7) vor einem Beschichtungsvorgang gerei-
30 nigt wird mit einem Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprü-
che 1 bis 18 und/oder unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem
oder mehreren der Ansprüche 19 bis 28.
33. Verfahren nach Anspruch 32,
35 bei dem nach dem Reinigungsvorgang der Druck in der Prozesskammer
(7) gegenüber dem Umgebungsdruck reduziert wird, vorzugsweise auf
 10^{-7} bar bis 10^{-3} bar und anschließend ein Beschichtungsprozess gestartet

wird, insbesondere ein Beschichtungsprozess aus der Gasphase, vorzugsweise ein PVD- oder ein CVD-Prozess.

- 5 34. Vorrichtung zum Beschichten wenigstens eines Substrats, insbesondere aus Glas, in einer Prozesskammer (7), insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 29 oder Anspruch 30, umfassend eine separate Vorrichtung zur Reinigung der Prozesskammer (7) vor einem Beschichtungsvorgang durch Spülen mit einem konditionierten Spülgas (15), insbesondere eine Vorrichtung nach einem oder mehreren
10 der Ansprüche 19 bis 28.



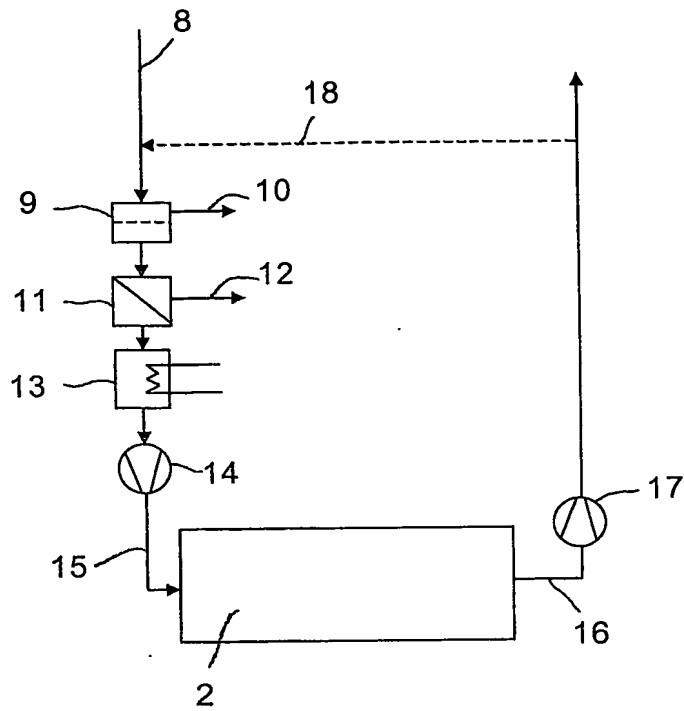


FIG 2

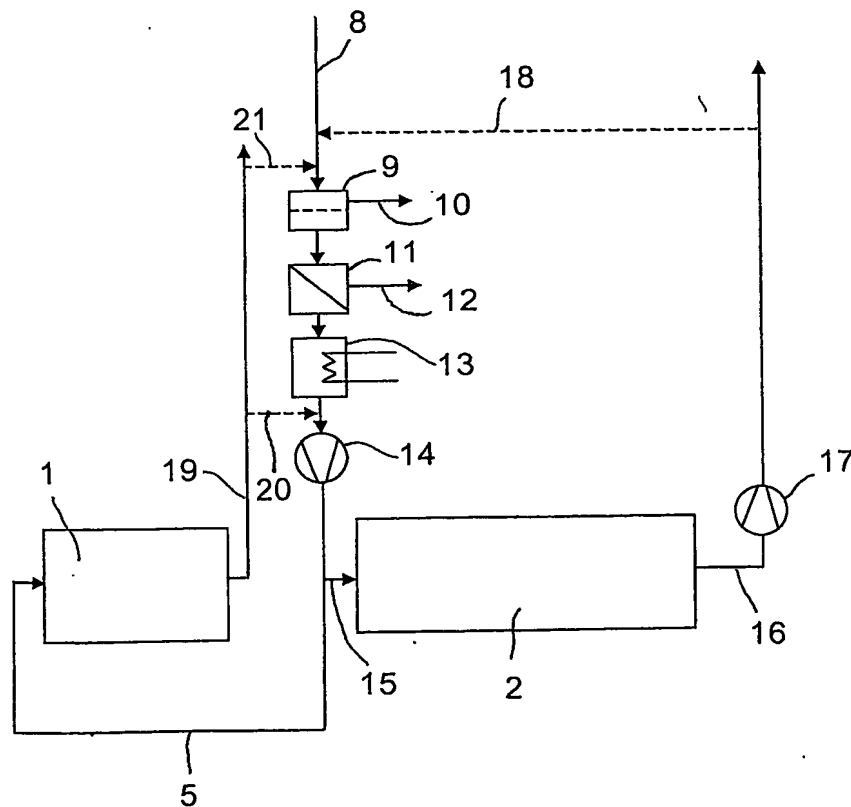


FIG 3

BEST AVAILABLE COPY

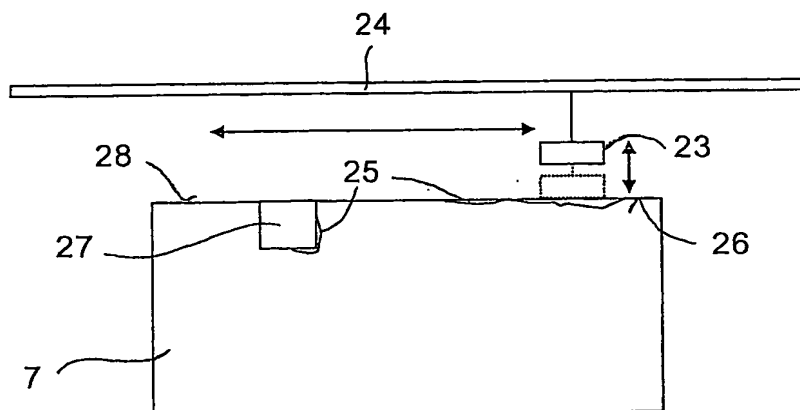


FIG 4

BEST AVAILABLE COPY

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen wenigstens einer Prozesskammer (7) zum Beschichten wenigstens eines Substrats (3), insbesondere aus Glas, wobei die wenigstens eine Prozesskammer (7) vor
5 einem Beschichtungsvorgang mit einem konditionierten Spülgas (15) gespült wird.

(FIG 2)

BEST AVAILABLE COPY

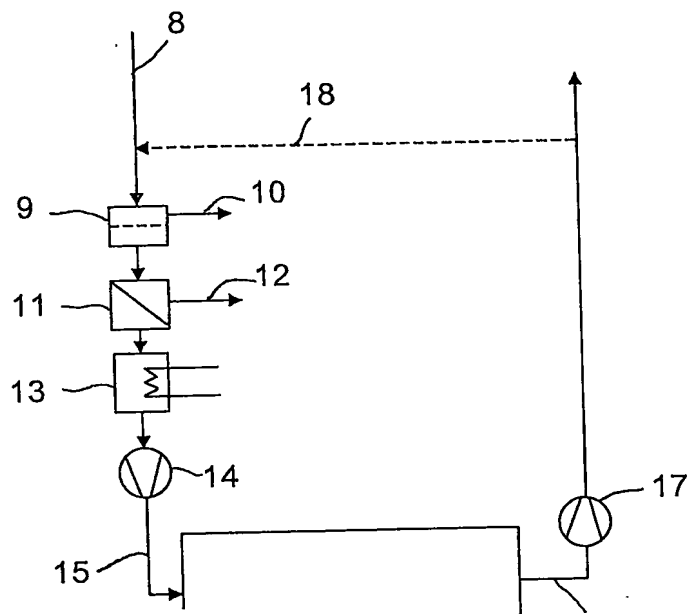


FIG 2

BEST AVAILABLE COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.